

© EPODOC / EPO

PN - JP2002069650 A 20020308
PD - 2002-03-08
PR - JP20000263643 20000831
OPD - 2000-08-31
TI - METHOD AND APPARATUS FOR VAPOR PHASE DEPOSITION, AND METHOD AND
DEVICE FOR MANUFACTURING SEMICONDUCTOR DEVICE
IN - MAKIZAKI HIROYUKI MORIMOTO MASAHIRO NISHIYAMA TOSHIHIKO MIYANAGA
MAMIKO
PA - APPLIED MATERIALS INC
IC - C23C16/455 ; C23C16/08 ; H01L21/285

© PAJ / JPO

PN - JP2002069650 A 20020308
PD - 2002-03-08
AP - JP20000263643 20000831
IN - MORIMOTO MASAHIRO NISHIYAMA TOSHIHIKO MIYANAGA MAMIKO MAKIZAKI
HIROYUKI
PA - APPLIED MATERIALS INC
TI - METHOD AND APPARATUS FOR VAPOR PHASE DEPOSITION, AND METHOD AND
DEVICE FOR MANUFACTURING SEMICONDUCTOR DEVICE
AB - PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a vapor phase deposition apparatus which forms
wiring having stress and resistivity which are sufficiently controlled not to be increased,
on a base substance, as well as sufficiently controls the generation of particles.
- SOLUTION: A CVD apparatus 1 comprises a chamber 2 having a susceptor 3 which
supports a wafer 5 consisting of Si, and having a shower head 4 which is connected to
a gas supplying system 30. This showerhead 4 consists of a body 41, a base plate 43,
a face plate 45, and a blocker plate 47, and comprises space parts, Sa and Sb inside. A
pore size &phiv of several through holes 47a provided on the blocker plate 47 has a
predetermined value so that gas pressure in the space part Sa can be about the same
as that in the upper part of the wafer 5.
I - C23C16/455 ; C23C16/08 ; H01L21/285

10625671

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-69650

(P2002-69650A)

(43) 公開日 平成14年3月8日 (2002.3.8)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

特マコード* (参考)

C 2 3 C 16/455

C 2 3 C 16/455

4 K 0 3 0

16/08

16/08

4 M 1 0 4

H 0 1 L 21/285

H 0 1 L 21/285

C

3 0 1

3 0 1 R

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号

特願2000-263643(P2000-263643)

(22) 出願日

平成12年8月31日 (2000.8.31)

(71) 出願人 390040660

アプライド マテリアルズ インコーポレ
イテッド

APPLIED MATERIALS, I
NCORPORATED

アメリカ合衆国 カリフォルニア州

95054 サンタ クララ パウアーズ ア
ベニュー 3050

(74) 代理人 100088155

弁理士 長谷川 芳樹 (外1名)

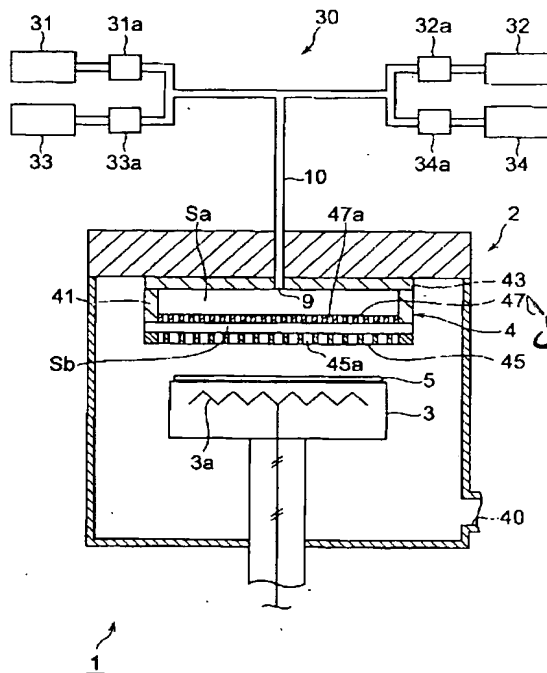
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 気相堆積方法及び装置並びに半導体装置の製造方法及び装置

(57) 【要約】

【課題】 パーティクルの発生を十分に抑えることができると共に、ストレス及び抵抗率の増大が十分に抑制された配線を基体上に形成できる気相堆積装置を提供することを目的の一つとする。

【解決手段】 本発明によるCVD装置1は、Siから成るウェハ5が支持されるサセプタ3とガス供給系30に接続されたシャワーヘッド4とを有するチャンバ2を備えたものである。このシャワーヘッド4は、胴部41、ベースプレート43、フェイスプレート45及びブロッカープレート47で構成されており、内部に空間部Sa、Sbが画成されている。そして、ブロッカープレート47に設けられた複数の貫通孔47aの孔径φが所定の値を有しており、空間部Saにおけるガス圧とウェハ5上部のガス圧が略同等となるようにされている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の貫通孔を有する少なくとも一つの多孔板を介して複数種類のガスを基体上に供給し、該基体上に所定の化合物を堆積せしめる気相堆積方法であって、

下記式(1)；

$$P1/P2 \leq 1.15 \quad \dots (1)、$$

又は、下記式(2)；

$$P1 - P2 \leq 0.7 \quad \dots (2)、$$

P1：前記複数種類のガスの流路における最上流側に位置する前記多孔板に流入する該複数種類のガスの圧力合計値(kPa)、

P2：前記複数種類のガスの流路における最下流側に位置する前記多孔板から流出した該複数種類のガスの圧力合計値(kPa)、で表される関係を満たすように、前記複数種類のガスを前記基体上に供給する、ことを特徴とする気相堆積方法。

【請求項2】 当該気相堆積方法においては、前記多孔板のうち少なくとも一つの多孔板として、下記式(3)；

$$0.01 \leq \phi \leq 0.10 \quad \dots (3)、$$

ϕ ：前記少なくとも一つの多孔板に設けられた前記貫通孔の孔径(mm)、及び、下記式(4)；

$$1 \leq K \leq 40 \quad \dots (4)、$$

K：前記少なくとも一つの多孔板における前記貫通孔の開口率(%)、で表される関係を満たすものを用いる、ことを特徴とする請求項1記載の気相堆積方法。

【請求項3】 当該気相堆積方法においては、前記複数種類のガスを、前記多孔板のうち該複数種類のガスの流路において最上流側に位置する多孔板に対向配置させた蓋部に設けられたガス供給口から該多孔板に流入させ、

前記蓋部として、前記多孔板に対向する面が略平滑面を成すものを用いる、ことを特徴とする請求項1又は2に記載の気相堆積方法。

【請求項4】 前記複数種類のガスとして、タングステン原子を含有する化合物から成るガスと、ケイ素原子を含有する化合物から成るガスと、を前記基体上に供給する、ことを特徴とする請求項1～3のいずれか一項に記載の気相堆積方法。

【請求項5】 基体上に所定の化合物を堆積させる気相堆積装置であって、

複数種類のガスが供給されるガス供給口を有しており、且つ、前記基体が支持される基体支持部が設けられたチャンバと、

前記ガス供給口と連通する少なくとも一つの空間部が画成されるように、前記基体支持部に対向配置された少なくとも一つの多孔板を有するガス分配部と、を備えており、

前記ガス分配部が、上記式(1)又は上記式(2)で表

わされる関係を満たすように設けられたものである、ことを特徴とする気相堆積装置。

【請求項6】 前記多孔板のうち少なくとも一つの多孔板が、上記式(3)及び上記式(4)で表される関係を満たすように設けられたものである、ことを特徴とする請求項5記載の気相堆積装置。

【請求項7】 前記ガス分配部は、前記多孔板のうち前記複数種類のガスの流路において最上流側に位置する多孔板に対向して配置されており且つ前記ガス供給口が設けられた蓋部を有しており、

前記蓋部は、前記多孔板に対向する面が略平滑面を成すものである、ことを特徴とする請求項5又は6に記載の気相堆積装置。

【請求項8】 前記ガス分配部に接続され且つタングステン原子を含有する化合物から成るガスを供給する第1のガス供給源と、

前記ガス分配部に接続され且つケイ素原子を含有する化合物から成るガスを供給する第2のガス供給源と、を備える、ことを特徴とする請求項5～7のいずれか一項に記載の気相堆積装置。

【請求項9】 導電層を有する半導体装置の製造方法であって、

請求項1～4のいずれか一項に記載の気相堆積方法を用い、前記基体としての半導体基板上に前記所定の化合物として導電性を有する化合物を形成せしめる、ことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項10】 複数の貫通孔を有する少なくとも一つの多孔板を介して複数種類のガスを半導体基板上に供給し、該半導体基板上に導電性を有する化合物から成る導電層を形成せしめる半導体装置の製造方法であって、上記式(1)又は上記式(2)で表される関係を満たすように、前記複数種類のガスを前記半導体基板上に供給する、ことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項11】 導電層を有する半導体装置の製造装置であって、

請求項5～8のいずれか一項に記載の気相堆積装置を備えており、

前記気相堆積装置を構成する前記チャンバは、前記基体として半導体基板が収容されるものである、ことを特徴とする半導体装置の製造装置。

【請求項12】 導電層を有する半導体装置の製造装置であって、

複数種類のガスが供給されるガス供給口を有しており、且つ、半導体基板が支持される基体支持部が設けられたチャンバと、

前記ガス供給口と連通する少なくとも一つの空間部が画成されるように前記基体支持部に対向配置された少なくとも一つの多孔板を有し、且つ、上記式(1)又は上記式(2)で表わされる関係を満たすように設けられたガス分配部と、を備えることを特徴とする半導体装置の製

造装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、気相堆積方法及び装置、並びに、半導体装置の製造方法及び装置に関し、詳しくは、複数の貫通孔を有する少なくとも一つの多孔板を介して複数種類のガスを基体上に供給し、その基体上に所定の化合物を堆積せしめる気相堆積方法及びその装置、並びに、半導体装置の製造方法及びその装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、半導体集積回路の微細化等に伴い、配線抵抗の低減、配線の信頼性向上及び配線レベルでの平坦性の更なる改善という観点から、半導体ウェハ等の基体上に形成される金属配線の全部又は一部として、いわゆるタングステンプラグ (W-plug) が用いられるようになってきた。これは、層間結線 (スルーコンタクト、Via等) を形成するために絶縁層に設けられた孔をタングステン (W) により埋めるものである。

【0003】このようなW-plugを形成する従来の方法としては、多孔板を有するシャワーヘッドといったプロセスガスの供給部を備える化学的気相堆積 (CVD) チャンバを用い、バリア層及びW層を順次形成し、その後、層間結線孔以外に堆積したWを化学機械的研磨 (CMP) により除去する方法等が挙げられる。

【0004】このとき、CVD法においてW層を形成するのに先立ち、通常は、Wの原料であるWF₆とともにシラン (SiH₄) をチャンバ内へと供給し、シード層としてのタングステンシリサイド (W_xSi_y) 層を形成する核形成ステップが実行される。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで、本発明者らは、従来のCVDチャンバを用いた配線の形成方法について検討を重ねたところ、以下の問題点があることを見出した。

(1) 形成された配線層のストレス (内部応力 (残留応力)) が増大する傾向にあり、場合によっては、配線の各種特性の劣化、後工程におけるW層上層部の形状変化等が生じるおそれがあった。

(2) 形成された配線層の抵抗率が不都合な程に高くなってしまう、これによるシート抵抗又は配線抵抗の増大が生じるおそれがあった。

(3) また、CVD法により基体上にWを成膜するいわゆるW-CVDプロセスでは、パーティクルが生じ易いという問題があった。これについては、例えば、成膜に用いられる複数の原料ガスの使用量又はチャンバへの供給タイミングを調節したり、上述のシャワーヘッド内の温度を低下させたりといった対処法が考えられる。しかし、このようにしても、上記 (1) 及び (2) を解決す

るには至らず、パーティクルの低減も十分ではないことがあった。

【0006】そこで、本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、パーティクルの発生を十分に抑えることができると共に、ストレス及び抵抗率の増大が十分に抑制された配線を基体上に形成できる気相堆積方法及びその装置を提供することを目的とする。また、本発明は、ストレス及び抵抗率の増大が十分に抑制された導電層から成る配線を有する半導体装置の製造方法及びその装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明者らは、鋭意研究を進めた結果、以下に示す更なる知見を得た。すなわち、成膜された基体 (半導体装置) の物性の観点から、

(1) ストレスの増大は、配線層 (導電層) を形成する化合物 (W等) の結晶性の変化に依る可能性が非常に高いこと、(2) この結晶性の変化は、特に核形成ステップにおいて所望の組成比を有するW_xSi_y層が得られないためであること、(3) シート抵抗等の増大も、配線層を形成する化合物の結晶性の変化が主要因であること、を見出すに至った。

【0008】また、成膜処理におけるプロセス特性の観点から、

(4) W-CVDプロセスにおいて、パーティクルの低減のために、WF₆ガスに対してSiH₄ガスのシャワーヘッドへの供給量を多くしたにも拘わらず、基体上ではWF₆がリッチになっている可能性があり、この直接的な原因としては、シャワーヘッド内で両ガスが反応していると推定される、と考察するに至った。そして、本発明者らは、これらの知見に基づいて更に研究を行い、本発明に到達した。

【0009】すなわち、本発明による気相堆積方法は、複数の貫通孔を有する少なくとも一つの多孔板を介して複数種類のガスを基体上に供給し、この基体上に所定の化合物を堆積せしめる方法であって、下記式 (1) :

$$P1/P2 \leq 1.15 \quad \cdots (1),$$

又は、下記式 (2) :

$$P1 - P2 \leq 0.7 \quad \cdots (2),$$

で表される関係を満たすように、複数種類のガスを前記基体上に供給することを特徴とする。

【0010】ここで、式中、P1は、複数種類のガスの流路における最上流側に位置する多孔板に流入するそれら複数種類のガスの圧力合計値 (kPa) を示し、P2は、複数種類のガスの流路における最下流側に位置する多孔板から流出したそれら複数種類のガスの圧力合計値 (kPa) を示す。また、P1/P2は、好ましくは1.12以下、より好ましくは1.05以下、特に好ましくは略1 (つまりP1≒P2) であると好適であり、(P1-P2)は、好ましくは0.5kPa以下、より

好ましくは0.3 kPa以下、特に好ましくは略0 kPaである。

【0011】このような気相堆積方法においては、複数種類のガスが少なくとも一つの多孔板によって十分に分散且つ混合されて、多孔板に設けられた複数の貫通孔を通して基体側へ流出する。これにより、混合された複数種類のガスが基体上に、十分に均一な濃度で供給され、所定の化合物が堆積し、均一性に優れた膜が形成される。なお、複数種類のガスを十分に混合する観点からは、それらのガスが供給される供給部として、多孔板と他の部材で構成されて内部空間が画成されたいわゆるシャワーヘッド等のガス分配部を通してそれらのガスを基体上に供給することが望ましい。

【0012】このとき、式(1)又は式(2)で表される関係を満たすように、つまり、多孔板へ複数種類のガスが流入する側と、多孔板からそれらのガスが流出する側における圧力差を実質的に略同等とすると、多孔板から流出する前にそれらのガスが気相中で反応してしまうことが十分に抑制される。よって、気相における複数種類のガスのうち少なくともいずれか一種類のガスと他のガスとの比率が、当初の所望の比率と異なってしまうことが防止される。

【0013】また、多孔板の上流側で反応が生じた場合には、その反応生成物が多孔板上に堆積するために多孔板の貫通孔が徐々に閉塞してしまう傾向にある。こうなると、多孔板の前後での圧力差が高まり、多孔板の上流側で反応が更に促進される傾向となる。これに対し本発明では、上述の如く、多孔板から流出する前の気相中でのガスの反応が十分に抑制されるので、このような多孔板の上流側での反応が促進されることを抑止できる。

【0014】また、より具体的には、本発明による気相堆積方法は、多孔板のうち少なくとも一つの多孔板として、下記式(3)及び下記式(4)；

$$0.01 \leq \phi \leq 0.10 \quad \cdots (3),$$

$$1 \leq K \leq 40 \quad \cdots (4),$$

で表される関係を満たすものを用いると好ましい。ここで、式中、 ϕ は、上記少なくとも一つの多孔板に設けられた貫通孔の孔径(mm)を示し、Kは、上記の少なくとも一つの多孔板における貫通孔の開口率(%)を示す。

【0015】さらに、より好ましくは、下記式(5)及び下記式(6)；

$$0.02 \leq \phi \leq 0.05 \quad \cdots (5),$$

$$5 \leq K \leq 30 \quad \cdots (6),$$

で表される関係を満たすものを用い、特に好ましくは、下記式(7)及び下記式(8)；

$$0.02 \leq \phi \leq 0.035 \quad \cdots (7),$$

$$10 \leq K \leq 25 \quad \cdots (8),$$

で表される関係を満たすものを用いると好適である。

【0016】なお、本発明における「貫通孔の開口率」

とは、多孔板の片面の面積に対する貫通孔の合計面積の割合を百分率で表した値を示す。このように構成された多孔板を用いることにより、式(1)又は式(2)で表される関係が好適に達成されることが確認された。

【0017】さらに、本発明の気相堆積方法においては、複数種類のガスを、多孔板のうちそれら複数種類のガスの流路において最上流側に位置する多孔板に対向配置させた蓋部に設けられたガス供給口からその多孔板に流入させ、蓋部として、多孔板に対向する面が略平滑面を成すものを用いることが望ましい。

【0018】先に述べたように複数種類のガスをシャワーヘッド等のガス分配部に導入する際には、そのガス供給部の内部形状によっては、流入直後にガスの圧力損失が生じることがある。例えば、ガス供給部の上部を構成する蓋部には、ガス供給部の製造上、位置決め用の凹凸部、段差、等が設けられることがある。特に、凸部がガス供給部の内部空間に突設するような構造であると、その空間内での圧力損失が発生し易い傾向にある。そこで、蓋部として、多孔板に対向する面が略平滑面を成すものを用いれば、複数種類のガスが、最上流側に位置する多孔板に対向配置させた蓋部のガス供給口からその多孔板に流入する際の障壁がなく、ガスの圧力損失の発生を十分に防止できる。

【0019】さらに具体的には、複数種類のガスとして、タングステン原子を含有する化合物(例えば WF_6 等)から成るガスと、ケイ素原子を含有する化合物から成るガス(例えばシラン類、アルキルシラン類等)と、を基体上に供給してもよい。

【0020】なお、上記の「シラン類」とはモノシランに限定されず、分子中にケイ素原子を少なくとも一つ有する水素化ケイ素、つまり、メタン列炭化水素の炭素をケイ素で置換した分子形を有するもの(例えば、水素原子がハロゲン原子で置換されていてもよい。これらのなかでは、工業上の利用性の観点からモノシラン、ジシラン、ジクロロシラン等が好ましい。また、「アルキルシラン類」としては、メチルシラン、ジメチルシラン、トリメチルシラン、テトラメチルシラン、1,1,1-トリメチルジシラン、及び、ヘキサメチルジシランのうちの少なくとも一つが挙げられる。

【0021】このような複数種類のガスを用いると、前述したように核形成ステップとしてシード層であるタングステンシリサイド(W_xSi_y)層が形成され得る。本発明による気相堆積方法では、多孔板の上流側におけるガスの反応が抑制されるので、所望の組成比を有するタングステンシリサイド層を確実に形成せしめることが可能となる。そして、このようなシード層上に、導電性を有するタングステン層が形成される。

【0022】また、本発明による気相堆積装置は、本発明の気相堆積方法を有効に実施するための装置であり、基体上に所定の化合物を堆積させるものであって、

(a) 複数種類のガスが供給されるガス供給口を有しており、且つ、基体が支持される基体支持部が設けられたチャンバと、(b) ガス供給口と連通する少なくとも一つの空間部が画成されるように、基体支持部に対向配置された少なくとも一つの多孔板を有するガス分配部と、を備えており、(c) ガス分配部が、上記式(1)又は上記式(2)で表わされる関係を満たすように設けられたものである。

【0023】さらに、(d) 多孔板のうち少なくとも一つの多孔板が、上記式(3)及び上記式(4)で表される関係を満たすように設けられたものである、と好適である。

【0024】またさらに、(e) ガス分配部は、多孔板のうち複数種類のガスの流路において最上流側に位置する多孔板に対向して配置されており且つ前記ガス供給口が設けられた蓋部を有しており、(f) この蓋部は、多孔板に対向する面が略平滑面を成すものである、とより好ましい。

【0025】さらにまた、(g) ガス分配部に接続され且つタングステン原子を含有する化合物から成るガスを供給する第1のガス供給源と、(h) ガス分配部に接続され且つケイ素原子を含有する化合物から成るガスを供給する第2のガス供給源と、を備えると有用である。

【0026】また、本発明による半導体装置の製造方法は、導電層を有する半導体装置を製造する方法であって、本発明の気相堆積方法を用い、基体としての半導体基板上に所定の化合物として導電性を有する化合物を形成せしめる、ことを特徴とする。

【0027】或いは、本発明による半導体装置の製造方法は、複数の貫通孔を有する少なくとも一つの多孔板を介して複数種類のガスを半導体基板上に供給し、この半導体基板上に導電性を有する化合物から成る導電層を形成せしめる方法であって、上記式(1)又は上記式(2)で表される関係を満たすように、複数種類のガスを半導体基板上に供給することを特徴としてもよい。

【0028】また、本発明による半導体装置の製造装置は、本発明の半導体装置の製造方法の実施に好適なものであり、導電層を有する半導体装置を製造する装置であって、本発明の気相堆積装置を備えており、この気相堆積装置を構成するチャンバは、基体として半導体基板が収容されるものである、ことを特徴とする。

【0029】或いは、本発明による半導体装置の製造装置は、導電層を有する半導体装置を製造する装置であって、複数種類のガスが供給されるガス供給口を有しており、且つ、半導体基板が支持される基体支持部が設けられたチャンバと、ガス供給口と連通する少なくとも一つの空間部が画成されるように基体支持部に対向配置された少なくとも一つの多孔板を有し、且つ、上記式(1)又は上記式(2)で表わされる関係を満たすように設けられたガス分配部と、を備えるものである。

【0030】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態について詳細に説明する。なお、同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。また、上下左右等の位置関係は、特に断らない限り、図面に示す位置関係に基づくものとする。また、図面の寸法比率は、図示の比率に限られるものではない。

【0031】図1は、本発明による気相堆積装置を兼ねる本発明による半導体装置の製造装置の好適な一実施形態を概略的に示す構成図(一部断面)である。CVD装置1(気相堆積装置、半導体装置の製造装置)は、Siから成るウェハ5(基体、半導体基板)が収容されるチャンバ2にガス供給系30が接続されたものである。

【0032】このチャンバ2は、ウェハ5が載置されるサセプタ3(基体支持部)を有しており、このサセプタ3の上方には、中空の円盤状を成すシャワーヘッド4(ガス分配部)が設けられている。サセプタ3は、Oリング、メタルシール等により、チャンバ2に気密に設けられると共に、図示しない可動機構により上下駆動可能に設けられている。これにより、ウェハ5とシャワーヘッド4との間隔が調整されるようになっている。さらに、サセプタ3にはヒーター3aが内設されており、このヒーター3aによりウェハ5が所望の温度に加熱される。

【0033】また、シャワーヘッド4は、略円筒状を成す胴部41の上端部及び下端部に、それぞれ、中央部に後述する各ガスが供給されるガス供給口9が穿設されたベースプレート43(蓋部)、及び、フェイスプレート45(多孔板)が配設されている。また、シャワーヘッド4の内部には、フェイスプレート45と略平行にブロッカープレート47(多孔板)が設置されている。そして、胴部41、ベースプレート43及びブロッカープレート47によって空間部Saが画成されており、胴部41、フェイスプレート45及びブロッカープレート47によって空間部Sbが画成されている。なお、ベースプレート43は、ブロッカープレート47に対向する面が略平滑面、すなわち、凹凸部を実質的に有しない面形状とされている。

【0034】さらに、チャンバ2の下部には、開口部40が設けられており、この開口部40には、チャンバ2の内部を減圧する真空ポンプ(図示せず)が図示しない配管を介して接続されている。

【0035】一方、ガス供給系30は、WF₆ガス供給源31(第1のガス供給源)、SiH₄ガス供給源32(第2のガス供給源)、Ar(アルゴン)ガス供給源33及びH₂(水素)ガス供給源34を備えている。これらの各ガス供給源31~34は、各ガスの質量流量を制御するMFC(質量流量コントローラ)31a~34aが設けられた配管10を介して、シャワーヘッド4のベースプレート43に設けられたガス供給口9に接続され

説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

【0057】〈実施例1〉図1に示すCVD装置1と同様に構成され、ブロッカープレート47の貫通孔47aの孔径 ϕ が0.028mm及び0.032mm(孔径の異なる貫通孔が二種類設けられている)、且つ、フェイスプレート45下面とサセプタ3上面との間隔が400mil(約10.2mm)であるCVD装置(Applic d Materials社製; CENTURA(登録商標) Main Frame, Wx Z+ チャンバをベースとした)を準備した。このCVD装置のチャンバ2内を減圧した状態で、チャンバ2内に、ビア(Via)を有し且つ厚さ60nmのTiN層が成膜された8インチ径のSiウェハを収容した。

【0058】この状態で、チャンバ2内にWF₆ガス、SiH₄ガス、Arガス、H₂ガスを供給して核形成ステップを実施し、ウェハ上に厚さ50nmのW_xSi_y層を形成せしめた。このときの成膜条件を以下に示す。

・WF₆ガス流量: 20sccm (cm³/min; 以下同様)

・SiH₄ガス流量: 5, 10, 15, 20, 30sccm

・Arガス流量: 2800sccm

・H₂ガス流量: 1000sccm

・成膜温度: 440℃

【0059】このとき、シャワーヘッド4の空間部Sa内におけるガス圧力(P1に相当)及び、チャンバ2内で且つシャワーヘッド4の外部のガス圧力(P2)を測定したところ、両者とも30Torr(4kPa)であった。

【0060】次に、SiH₄ガスの供給を停止し、W_xSi_y層上に、下記の成膜条件で厚さ350nmのW層を形成せしめ(Via fill)、W層から成る配線層が形成された半導体装置を得た。

・WF₆ガス流量: 150sccm

・Arガス流量: 1200sccm

・H₂ガス流量: 500sccm

・成膜温度: 440℃

【0061】〈実施例2〉CVD装置として、フェイスプレート45下面とサセプタ3上面との間隔が700mil(17.8mm)のものを用いたこと以外は、実施例1と同様にしてW層から成る配線層が形成された半導体装置を得た。なお、核形成ステップにおいて、シャワーヘッド4の空間部Sa内におけるガス圧力(P1に相当)及び、チャンバ2内で且つシャワーヘッド4の外部のガス圧力(P2)を測定したところ、両者とも30Torr(4kPa)であった。

【0062】〈比較例1〉ブロッカープレートとして貫通孔の孔径 ϕ が0.014mm及び0.016mm(実施例1の1/2の孔径)のものを有し、且つ、ベースプレートとしてガス供給口の周囲が凸状を成すもの(空間

部Saに対して凸)を有するCVD装置を用いたこと以外は、実施例1と同様にしてW層から成る配線層が形成された半導体装置を得た。なお、核形成ステップにおいて、シャワーヘッドの空間部Sa内におけるガス圧力(P1に相当)及び、チャンバ内で且つシャワーヘッドの外部のガス圧力(P2)を測定したところ、P1が36Torr(4.8kPa)であり、P2が30Torr(4kPa)であった。

【0063】〈残留ストレス測定試験〉実施例1及び2並びに比較例1で得た半導体装置について、W層の残留ストレス(内部応力)を測定した。図2は、実施例1及び2並びに比較例1で得た半導体装置のW層の残留ストレスの測定結果を示すグラフである。同図中、曲線L0, L1, L2は、それぞれ比較例1、実施例1及び実施例2の結果を示す目安線である。

【0064】図2より、本発明によるCVD装置1及び本発明による方法を用いた実施例1及び2で形成したW層の残留ストレスは、SiH₄ガス流量が同一の条件では、比較例1で形成したW層に比して有意に小さいことが判明した。また、比較例1では、SiH₄ガス流量に依らず残留ストレスが500MPaを超えていたのに対し、実施例1では、WF₆ガスとSiH₄ガスとの流量比によっては、残留ストレスが0(ゼロ)となることが確認された。これらのことから、本発明によれば、W層の残留ストレスを十分に低減できることが理解される。

【0065】〈抵抗率測定試験〉実施例1及び2並びに比較例1で得た半導体装置について、W層の抵抗率を測定した。図3は、実施例1及び2並びに比較例1で得た半導体装置のW層の抵抗率の測定結果を示すグラフである。同図中、曲線L10, L11, L12は、それぞれ比較例1、実施例1及び実施例2の結果(データ)を結ぶ目安線である。

【0066】図3より、本発明によるCVD装置1及び本発明による方法を用いた実施例1及び2で形成したW層の抵抗率は、SiH₄ガス流量が20sccmまでは比較例1と有意な差異が認められない(抵抗率の変動幅は、5 $\mu\Omega \cdot \text{cm}$ 以下であった)。これに対し、SiH₄ガス流量が、30sccmのときには、実施例1及び2で形成したW層の抵抗率は、比較例1に比して極めて軽減されること、具体的には比較例1に比して、実施例1では約200~500 $\mu\Omega \cdot \text{cm}$ も抵抗率が小さくなることが判明した(図中の縦軸スケールに注意)。

【0067】これらの結果から、本発明によれば、WF₆ガス流量とSiH₄ガス流量との所定の流量比条件において、W層の抵抗率が格段に低減されることが判明した。また、抵抗率はW層の結晶性に大きく依存するものであり、その結晶性は下地層であるW_xSi_y層の品質に大きく左右されることを考慮すると、本発明によれば、従来に比して高品質なW_xSi_y層が得られることが理解される。

【0068】〈パーティクルの生成評価試験〉実施例1及び2並びに比較例1によるそれぞれのウェハ処理を、複数且つ同一枚数のウェハに対して連続して実施し、実施前後におけるブロッカープレートの重量を測定した。図4は、実施例1及び2並びに比較例1でそれぞれ用いたCVD装置のブロッカープレートの処理前後の重量増量を示すグラフである。図中、グラフR0、R1、R2は、それぞれ比較例1、実施例1及び2の結果を示す。

【0069】図4より、比較例1の処理後のブロッカープレートは、処理前に比して重量が0.9mg増加していた。これは、シャワーヘッド内において WF_6 ガスと SiH_4 ガスとが気相反応し、その反応生成物がブロッカープレートに付着又は堆積したためと考えられる。これに対し、実施例1及び2の処理後のブロッカープレート47は、重量増分がそれぞれ0.6mg及び僅かに0.2mgであった。

【0070】これらの結果より、本発明によれば、 WF_6 ガスと SiH_4 ガスとのシャワーヘッド4内での気相反応が十分に抑制できることが確認された。また、ブロッカープレート47に付着又は堆積する反応生成物が低減されるので、このような付着物や堆積物がパーティクル源となって発生するパーティクルを十分に低減できる。

【0071】

【発明の効果】以上説明した通り、本発明による気相堆積方法及びその装置並びに半導体装置の製造方法及びその装置によれば、基体への配線層の形成に際してパーテ

ィクルの発生を十分に抑えることができると共に、ストレス及び抵抗率の増大が十分に抑制された配線を基体上に形成することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による気相堆積装置を兼ねる本発明による半導体装置の製造装置の好適な一実施形態を概略的に示す構成図（一部断面）である。

【図2】実施例1及び2並びに比較例1で得た半導体装置のW層の残留ストレスの測定結果を示すグラフである。

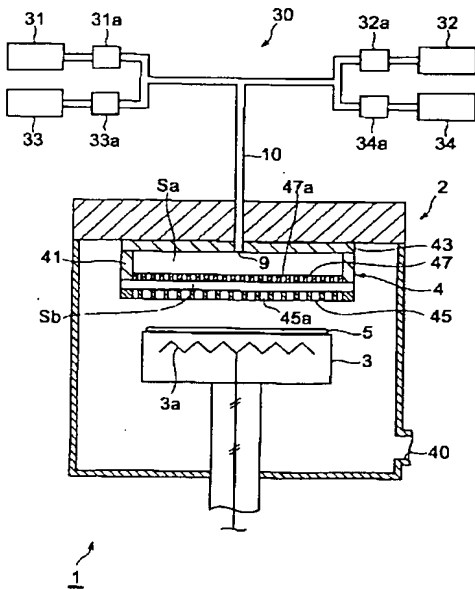
【図3】実施例1及び2並びに比較例1で得た半導体装置のW層の抵抗率の測定結果を示すグラフである。

【図4】実施例1及び2並びに比較例1でそれぞれ用いたCVD装置のブロッカープレートの処理前後の重量増量を示すグラフである。

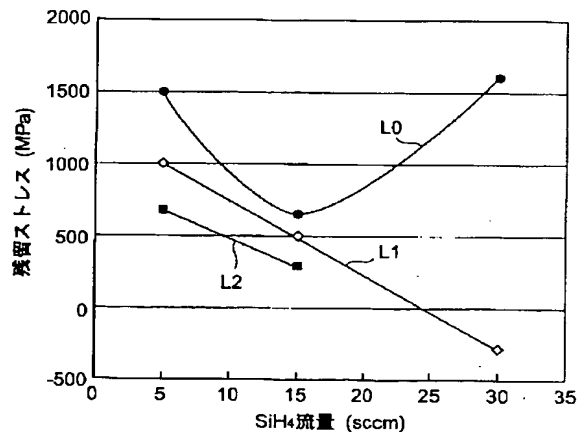
【符号の説明】

1…CVD装置（気相堆積装置、半導体装置の製造装置）、2…チャンバ、30…ガス供給系、3…サセプタ（基体支持部）、4…シャワーヘッド（ガス分配部）、5…ウェハ（基体、半導体基板）、9…ガス供給口、31… WF_6 ガス供給源（第1のガス供給源）、32… SiH_4 ガス供給源（第2のガス供給源）、43…ベースプレート（蓋部）、45…フェイスプレート（多孔板）、45a、47a…貫通孔、47…ブロッカープレート（多孔板）、Sa、Sb…空間部。

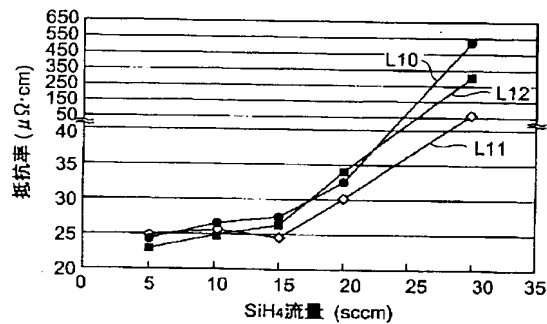
【図1】



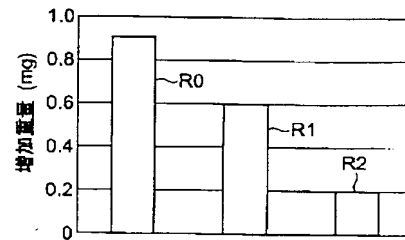
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 守本 正宏

千葉県成田市新泉14-3野毛平工業団地内
アプライド マテリアルズ ジャパン
株式会社内

(72)発明者 西山 俊彦

千葉県成田市新泉14-3野毛平工業団地内
アプライド マテリアルズ ジャパン
株式会社内

(72)発明者 宮永 真美子

千葉県成田市新泉14-3野毛平工業団地内
アプライド マテリアルズ ジャパン
株式会社内

(72)発明者 牧崎 広行

千葉県成田市新泉14-3野毛平工業団地内
アプライド マテリアルズ ジャパン
株式会社内

Fターム(参考) 4K030 AA04 AA05 AA06 AA17 BA20

BA35 BA38 BB12 CA04 EA04

FA10 JA01 JA07 JA09 KA08

LA15

4M104 BB18 BB30 DD44 DD45 HH16

HH20